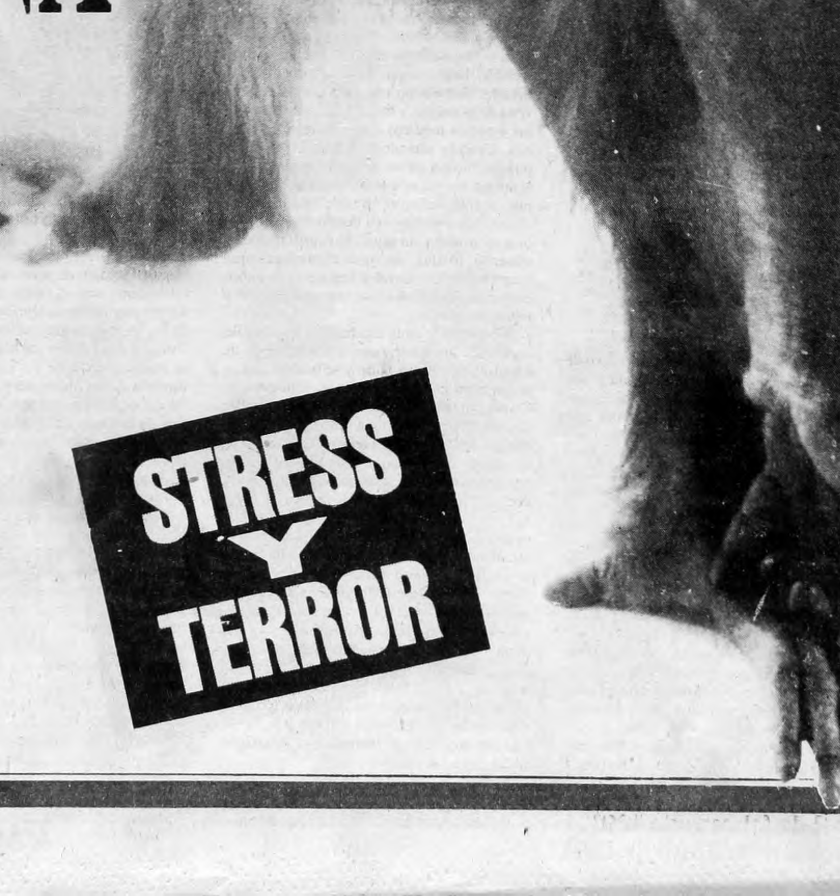
FUTURO

Darwin y Newton

EL AZAR Y LA MANZANA

Las diferentes concepciones acerca de la realidad y la evolución de Isaac Newton y de Charles Darwin son analizadas en este **FUTURO** por Antonio Lazcano Araujo, uno de los biólogos más importantes de América latina, dueño además de una prosa poco común en un científico. La excusa es la cercanía de las tumbas de ambos genios en la Abadía de Westminster, Inglaterra, y la diferencia de boato que, sin embargo, las separan. El punto de llegada es la revalorización del azar, ya previsto por Darwin como un elemento importante en la evolución de las especies.



STRESS Y TERROR

El azar en

La tumba

Por Antonio

La Jornada de México

En estas épocas de tarjeta de crédito, de excursiones con habitaciones para dos adultos y un niño gratis, de congresos internacionales, de viajes todo pago, ¿cómo resistirse a la tentación del turismo? Qué importa que los vuelos se retrasen, que las maletas se pierdan, que haya que gastar a cuentagotas los dólares o los francos, si a cambio de ellos nos podemos sumar a las caravanas de peregrinos que recorren, solemnes y conmovidas, las rutas sagradas que van de Las Vegas a la Catedral de San Pedro, de Disneyworld al mausoleo moscovita donde yace la momia encerada de Lenin. ¿Quién se puede sustraer al magnetismo de los santuarios turísticos para estar, para tocar, para ver, con ojos brillantes, la emoción palpitante, la respiración agitada, ah, el Louvre, el Empire State Building, las prostitutas en los escaparates de la zona roja de Amsterdam?

Fiel a los rituales turísticos, la primera vez que fui a Londres entré, sombrero en mano, a la Abadía de Westminster, para visitar las tumbas donde reposan reyes y damas, y junto a ellos, los poetas, pintores, músicos, científicos y militares a quienes Inglaterra ha querido rendir homenaje. No fue sino varios años más tarde y ya armado con una vocación biológica, cuando transformé mi segundo viaje a Londres en una especie de peregrinaje evolutivo y volví a Westminster para buscar la tumba de Darwin. De nada me sirvió mi reverencia inicial, porque no sólo no la pude encontrar, sino que además me extravié como un idiota entre las capillas y los sepulcros medievales. Un poco harto, me detuve cerca de la taquilla, frente al enorme y suntuoso catafalco que encierra el cuerpo de Newton. Centro de gravedad de todo viajero científico que se adentra a la Abadía, los restos de sir Isaac descansan entre mármoles y bronces pulidos por las manos y las rodillas de los físicos que día a día van a persignarse y a encenderle veladoras para que no se les atraganten las ecuaciones diferenciales.

Aunque las exequías de Newton tuvieron "...la pompa digna de un rey", como escribió Voltaire, durante cuatro años su cuerpo reposó en una tumba sencilla. Sin embargo, gracias a 500 libras esterlinas cedidas por sus ocho sobrinos, en 1731 se le erigió un sepulcro tan ostentoso que es difícil saber si de verdad se construyó para honrar la memoria de sir Isaac. El siguiente epitafio está inscrito en latín en el monumento:

Aquí descansa
Sir Isaac Newton, Noble
Caballero,
quien, haciendo gala de un vigor
mental casi sobrenatural,
calculó por vez primera
los movimientos y las masas de
los planetas,
las órbitas de los cometas y las mareas
de los océanos.
Con diligencia investigó
las diferentes refractabilidades de
la luz,
y las propiedades de los colores
que así se originan.
Un asiduo, sagaz y fiel intérprete
de la Naturaleza, la Antigüedad y
las Sagradas Escrituras,
demostró con su filosofía la
Majestad Divina
y mostró en su conducta la
simplicidad del Evangelio.
Deja que los mortales se alegren
de que haya habido tan grande
ornamento de la raza humana.
Nació el 25 de Diciembre de 1642.
Murió el 20 de Marzo de 1727

Yo no podía quitar la vista del sepulcro de Newton. ¿Quién no se queda apabullado ante semejantes excesos funerarios? De repente, miré hacia el piso y me di cuenta de que estaba parado justo sobre la lápida de Darwin, en la que nadie repara y ningún turista retrata porque ni modo de estar gastando el rollo en fotografiar una tumba tan sencilla que se confunde con el piso de la Abadía. El cuerpo del autor de *El Origen de la Especies* descansa bajo una lápida de mármol blanco que dice: "Charles Robert Darwin, 1809-1882". Nada más, ni nada menos.

¿Infancia es destino?

Newton estaba tan convencido de su grandeza que nunca pensó en ser sepultado en otro lugar que no fuera Westminster. No sólo era un hombre brillantísimo; también era vanidoso, petulante e irascible, y vivió sumergido en la burocracia científica más abrumadora de su época, empalagado con la pompa y circunstancia de los nobles y los funcionarios de la corte inglesa. Darwin, por su parte, había manifestado su deseo de ser sepultado en el cementerio de Down, el pueblo a donde se había mudado con su familia en setiembre de 1842. Su deseo no se cumplió. Cuando se conoció la noticia de su muerte, varios parlamentarios se dirigieron al encargado de la Abadía, el reverendo George Granville Bradley, para solicitarle el permiso de enterrarlo al lado de los grandes de Inglaterra. El agnosticismo de Darwin era bien conocido, pero el abad era un hombre generoso e inteligente, y aceptó rápidamente la petición de los admiradores del naturalista. Los funerales se llevaron a cabo el 26 de abril de 1882. El ataúd de tablones de pino que había fabricado John Lewis, el carpintero de Down, fue sustituido por un lujoso féretro victoriano, y el cuerpo de Darwin fue llevado en andas por nobles, científicos y políticos, para ser enterrado en la nave principal de la Abadía de Westminster, muy cerca de Newton.

A lo mejor por haber nacido el mismo año en que murió Galileo, a Newton el espíritu científico se le metió en los huesos desde niño. Cuando era un adolescente se dedicó a construir molinos de viento, relojes de sol y papalotes con linternas, y el día en que murió Cromwell el joven Isaac se dedicó a brincar a favor y en contra del viento, quizá para medir la fuerza de los aires huracanados que se llevaron el alma del dictador inglés. Newton decidió volverse científico después de romperse la cara a puñetazos con uno de los muchachos de su colegio. Vicisitudes de la inspiración: a San Pablo la vocación cristiana se le manifestó cuando Dios lo tumbó del caballo por los rumbos de Damasco; en cambio, las musas de la ciencia se le aparecieron a Newton cuando le rompieron la nariz a golpes. No desaprovechó el tiempo: a los veintiún años inventó el cálculo diferencial, y dos años más tarde desarrolló las leyes del movimiento planetario. Muy pronto su reputación alcanzó a todo el mundo intelectual. Una de sus sobrinas le contó a Voltaire la famosa anécdota de la manzana, pero aunque ésta no sea cierta, no deja de reflejar la capacidad de observación y análisis de un hombre que hizo de las matemáticas un lenguaje de la naturaleza.

Newton experimentó con una habilidad sin igual. Alquimista vergonzante, nunca pudo sintetizar la piedra filosofal, pero tomó la luz en sus manos y la descompuso en siete colores distintos, midió el movimiento de las estrellas, predijo los caminos de los cometas e inventó un nuevo tipo de telescopio. Con la excepción de su mamá, nadie dudó ni de la firmeza de su vocación ni de su capacidad científica.

¡En cambio Darwin! En notas autobiográficas que escribió el 31 de mayo de 1876 contó cómo desde niño se dedicó a coleccionar piedras, plantas e insectos (que incluso se metía en la boca cuando ya no le cabían en los bolsillos), pero también confesó el trabajo que le costó aprender a leer y escribir. Hijo y nieto de cirujanos ilustres, Charles Darwin no toleraba ni el olor ni la vista de la sangre, y había fracasado tanto en los estudios médicos como en los eclesiásticos. Cuando abandonó Cambridge, era la imagen misma de un joven sin perspectivas académicas; sin embargo, poco tiempo después se embarcó en el "Beagle" y durante los cinco años que estuvo a bordo demostró ser una naturalista sin igual. Coleccionó rocas, observó fósiles, recogió ejemplares que luego preservó y envió a Inglaterra, y anotó con cuidado cuanto vio, escuchó, sintió y pensó.

A Newton le embriagaban las fiestas y las reuniones sociales, pero Darwin huyó de Londres en cuanto pudo y se instaló con su mujer y su hijos en una finca campestre en Down, un pequeño pueblo con medio millar de habitantes situado a unos veinte kilómetros de Londres. En apariencia, no era sino un terrateniente que sabía invertir su dinero, un burgués apacible que quedó registrado en un directorio de la localidad como "...granjero" (!). Y aunque efectivamente emprendió el cultivo de la tierra y la crianza de los animales, en su casa de Down se pudo dedicar a observar lombrices de tierra, palomas mensajeras, a experimentar con las plantas de su invernadero y a desarrollar con una lentitud pasmosa y una meticulosidad sin igual su teoría de la evolución. Darwin había dado la vuelta al mundo a bordo del "Beagle" pero en Down pudo encontrar la tranquilidad necesaria para navegar entre sus recuerdos, libros y observaciones y producir su obra maestra: *El Origen de las Especies.*

Los azares mudos

Las diferencias entre las vidas y las tumbas de Darwin y Newton son enormes, pero resultan insignificantes comparadas con las que existen entre sus concepciones de la realidad. Para Newton el Universo no es sino un enorme mecanismo de relojería en donde el movimiento de los planetas es corregido de cuando en cuando por ángeles encargados de vigilar la gigantesca maquinaria cósmica creada por Dios al principio de los tiempos. De acuerdo con la mecánica newtoniana, el movimiento de cada cuerpo se puede describir de manera exacta, en forma completamente determinística. Como afirmaba Laplace, dada la posición y la velocidad de las partículas del universo, es posible deducir la ubicación de cualquiera de ellas en el pasado, el presente o el futuro. En el universo de Newton no hay ni sobresaltos ni sorpresas: todo ocupa su lugar, todo cuerpo seguirá desplazándose a lo largo de órbitas determinadas desde el principio de los tiempos y hasta el final de la eternidad. El orden y el concierto están garantizados: las órbitas no envejecerán, la regularidad del movimiento está asegurada, los cuerpos seguirán acelerándose o frenando de manera constante, el Universo no variará.



Isaac Newton, una celebridad.

Newton prestó poca atención a los fenómenos biológicos, pero cuando lo hizo, fue consistente con su visión del mundo físico. Como escribió en su *Optica*, la "perfección" de los seres vivos (que incluía las propiedades físicas de los órganos de la percepción, como la transparencia de los cristalinos y la geometría de los oídos) no pueden ser resultado del azar, sino que son una manifestación más de la voluntad creadora de un ser supremo. Para Newton todo está predestinado y tiene su origen en Dios, así se trate de la fuerza de gravedad, las órbitas de los cuerpos celestes o las características de los organismos.

Por el contrario, para Darwin el orden biológico surge en un universo secular gracias a la acción de la selección natural, que actúa como un agente determinístico sobre la variabilidad biológica, que es a su vez resultado del azar. En el universo de lo vivo no hay ni dirección ni progreso, sólo cambio y continuidad. Utilizando las ecuaciones de Newton, Edmund Halley pudo calcular con toda precisión el regreso del cometa que ahora lleva su nombre. En cambio, no podemos predecir el futuro evolutivo de las especies, y la descripción y la interpretación del pasado biólogo todavía siguen guardándonos muchas sorpresas. El porvenir es un terreno vedado a los evolucionistas, siempre en busca del tiempo perdido. Al igual que los historiadores, estamos condenados a ver sólo el pasado y el presente, y apenas si podemos atisbar hacia el futuro más inmediato.

Tanto los fenómenos de convergencia evolutiva como las restricciones morfológicas de los patrones de desarrollo de organismos con ancestros cercanos pueden conducir a respuestas biológicas similares ante presiones comparables del medio, pero la historia de cada especie es única e irrepetible. Cada especie que se extingue es un actor que desaparece para siempre del gran teatro del mundo. Los graznidos de las parvadas multicolores de *Archaeopteryx* se han perdido para siempre, y jamás veremos trilobites husmeando el fondo marino. Si nos extinguiéramos en este momento no volvería a aparecer la especie humana. Si la vida desapareciera del planeta Tierra, no podría resurgir.

¿Son irreconciliables el mundo de Newton y el de Darwin? Si y no; después de todo, se puede argumentar que corresponden a distintos ámbitos de la realidad. Puesto que las ecuaciones de la mecánica newtoniana son simétricas respecto al tiempo, sirven igual para describir el movimiento de los cuerpos hacia adelante o hacia atrás, hacia el pasado o hacia el futuro. En cambio, salvo casos triviales, la evolución biológica es irreversible, y tenemos que deducir el pasado de los organismos leyendo crónicas que no siempre tienen la misma elocuencia: el registro fósil, las secuencias de aminoácidos, las estructuras terciarias de los RNA, la distribución geográfica de los organismos, los patrones de desarrollo embrionario, las aletas, las escamas, las plumas.

La importancia que Darwin le concedió al azar perturbó a muchos de sus contemporáneos. La casualidad recorría los museos, las universidades y los palacios, asustando a las buenas conciencias. ¿Cómo era posible que seres tan organizados como los rinocerontes o la Reina Victoria fueran el resultado de la casualidad? Como lo demostraron las reacciones que provocó la publicación de *El azar y la necesidad*, el célebre ensayo de Jacques Monod que quiso ser una crítica al pensamiento teleológico, la cuestión de la casualidad sigue siendo un terreno fértil para las discusiones científicas y las condenas filosóficas, pero los críticos de Darwin se equivocaron o hicieron una lectura parcial de su obra. El nunca dijo que la evolución de la vida fuera debida únicamente al azar. Sin embargo, existen tres ejemplos que demuestran que es posible que éste haya jugado un papel mucho más importante de lo que solíamos imaginar: a) el origen de la asimetría química de los seres vivos; b) la teoría neutralista de la evolución; y c) los eventos que provocaron las grandes extinciones del Cretácico, y que llevaron a la desaparición de los dinosaurios.

A través del espejo

"¿Es acaso por accidente —escribió Newton— que las aves, las bestias y los hombres todos tienen tan sólo dos ojos, uno a cada lado de la cara, y sólo dos orejas, una a cada lado de la cabeza, y una nariz con dos fosas? ¿Y que, con la excepción de sus entrañas, su lado izquierdo sea igual a su lado derecho?" A un nivel mucho más profundo que el de las entrañas, los seres vivos somos completamente asimétricos. Los aminoácidos, los azúcares y muchas otras moléculas orgánicas existen en dos formas, la L y la D, que guardan entre sí la misma relación que la mano derecha con la izquierda —la una es la imagen especular de la otra—. Aunque los aminoácidos L y D poseen las mismas propiedades

La Jornada de México

En estas épocas de tarjeta de crédito, de excursiones con habitaciones para dos adultos y un niño gratis, de congresos internacionales, de viajes todo pago, ¿cómo resistirse a la tentación del turismo? Qué importa que los vuelos se retrasen, que las maletas se pierdan, que haya que gastar a cuentagotas los dólares o los francos, si a cambio de ellos nos podemos sumar a las caravanas de peregrinos que recorren, solemnes y conmovidas, las rutas sagradas que van de Las Vegas a la Catedral de San Pedro, de Disneyworld al mausoleo moscovita donde yace la momia encerada de Lenin. ¿Quién se puede sustraer al magnetismo de los santuarios turísticos para estar, para tocar, para ver, con ojos brillantes, la emoción palpitante, la respiración agitada, ah, el Louvre, el Empire State Building, las prostitutas en los escaparates de la zona roja de Amsterdam?

Fiel a los rituales turísticos, la primera vez que fui a Londres entré, sombrero en mano, a la Abadía de Westminster, para visitar las tumbas donde reposan reyes y damas, y junto a ellos, los poetas, pintores, músicos, científicos y militares a quienes Inglaterra ha querido rendir homenaje. No fue sino varios años más tarde y ya armado con una vocación biológica, cuando transformé mi segundo viaje a Londres en una especie de peregrinaje evolutivo y volví a Westminster para buscar la tumba de Darwin. De nada me sirvió mi reverencia inicial, porque no sólo no la pude encontrar, sino que además me extravié como un idiota entre las capillas y los sepulcros medievales. Un poco harto, me detuve cerca de la taquilla, frente al enorme y suntuoso catafalco que encierra el cuerpo de Newton. Centro de gravedad de todo viajero científico que se adentra a la Abadía, los restos de sir Isaac descansan entre mármoles y bronces pulidos por las manos y las rodillas de los físicos que día a día van a persignarse y a encenderle veladoras para que no se les atraganten las ecuaciones diferenciales.

Aunque las exequías de Newton tuvieron "...la pompa digna de un rey", como escribió Voltaire, durante cuatro años su cuerpo reposó en una tumba sencilla. Sin embargo, gracias a 500 libras esterlinas cedidas por sus ocho sobrinos, en 1731 se le erigió un sepulcro tan ostentoso que es difícil saber si de verdad se construyó para honrar la memoria de sir Isaac. El siguiente epitafio está inscrito en latín en el monumento:

Aquí descansa
Sir Isaac Newton, Noble
Caballero,
quien, haciendo gala de un vigor
mental casi sobrenatural,
calculó por vez primera
los movimientos y las masas de
los planetas,
las órbitas de los cometas y las mareas
de los océanos.
Con diligencia investigó
las diferentes refractabilidades de
la luz,
y las propiedades de los colores
que así se originan.
Un asiduo, sagaz y fiel intérprete
de la Naturaleza, la Antigüedad y
las Sagradas Escrituras,
demostró con su filosofía la
Majestad Divina
y mostró en su conducta la
simplicidad del Evangelio.
Deja que los mortales se alegren
de que haya habido tan grande
ornamento de la raza humana.
Nació el 25 de Diciembre de 1642.
Murió el 20 de Marzo de 1727

Yo no podía quitar la vista del sepulcro de Newton. ¿Quién no se queda apabullado ante semejantes excesos funerarios? De repente, miré hacia el piso y me di cuenta de que estaba parado justo sobre la lápida de Darwin, en la que nadie repara y ningún turista retrata porque ni modo de estar gastando el rollo en fotografiar una tumba tan sencilla que se confunde con el piso de la Abadía. El cuerpo del autor de *El Origen de la Especies* descansa bajo una lápida de mármol blanco que dice: "Charles Robert Darwin, 1809-1882". Nada más, ni nada menos.

¿Infancia es destino?

Newton estaba tan convencido de su grandeza que nunca pensó en ser sepultado en otro lugar que no fuera Westminster. No sólo era un hombre brillantísimo; también era vanidoso, petulante e irascible, y vivió sumergido en la burocracia científica más abrumadora de su época, empalagado con la pompa y circunstancia de los nobles y los funcionarios de la corte inglesa. Darwin, por su parte, había manifestado su deseo de ser sepultado en el cementerio de Down, el pueblo a donde se había mudado con su familia en setiembre de 1842. Su deseo no se cumplió. Cuando se conoció la noticia de su muerte, varios parlamentarios se dirigieron al encargado de la Abadía, el reverendo George Granville Bradley, para solicitarle el permiso de enterrarlo al lado de los grandes de Inglaterra. El agnosticismo de Darwin era bien conocido, pero el abad era un hombre generoso e inteligente, y aceptó rápidamente la petición de los admiradores del naturalista. Los funerales se llevaron a cabo el 26 de abril de 1882. El ataúd de tablones de pino que había fabricado John Lewis, el carpintero de Down, fue sustituido por un lujoso féretro victoriano, y el cuerpo de Darwin fue llevado en andas por nobles, científicos y políticos, para ser enterrado en la nave principal de la Abadía de Westminster, muy cerca de Newton.

A lo mejor por haber nacido el mismo año en que murió Galileo, a Newton el espíritu científico se le metió en los huesos desde niño. Cuando era un adolescente se dedicó a construir molinos de viento, relojes de sol y papalotes con linternas, y el día en que murió Cromwell el joven Isaac se dedicó a brincar a favor y en contra del viento, quizá para medir la fuerza de los aires huracanados que se llevaron el alma del dictador inglés. Newton decidió volverse científico después de romperse la cara a puñetazos con uno de los muchachos de su colegio. Vicisitudes de la inspiración: a San Pablo la vocación cristiana se le manifestó cuando Dios lo tumbó del caballo por los rumbos de Damasco; en cambio, las musas de la ciencia se le aparecieron a Newton cuando le rompieron la nariz a golpes. No desaprovechó el tiempo: a los veintiún años inventó el cálculo diferencial, y dos años más tarde desarrolló las leyes del movimiento planetario. Muy pronto su reputación alcanzó a todo el mundo intelectual. Una de sus sobrinas le contó a Voltaire la famosa anécdota de la manzana, pero aunque ésta no sea cierta, no deja de reflejar la capacidad de observación y análisis de un hombre que hizo de las matemáticas un lenguaje de la naturaleza.

Newton experimentó con una habilidad sin igual. Alquimista vergonzante, nunca pudo sintetizar la piedra filosofal, pero tomó la luz en sus manos y la descompuso en siete colores distintos, midió el movimiento de las estrellas, predijo los caminos de los cometas e inventó un nuevo tipo de telescopio. Con la excepción de su mamá, nadie dudó ni de la firmeza de su vocación ni de su capacidad científica.

¡En cambio Darwin! En notas autobiográficas que escribió el 31 de mayo de 1876 contó cómo desde niño se dedicó a coleccionar piedras, plantas e insectos (que incluso se metía en la boca cuando ya no le cabían en los bolsillos), pero también confesó el trabajo que le costó aprender a leer y escribir. Hijo y nieto de cirujanos ilustres, Charles Darwin no toleraba ni el olor ni la vista de la sangre, y había fracasado tanto en los estudios médicos como en los eclesiásticos. Cuando abandonó Cambridge, era la imagen misma de un joven sin perspectivas académicas; sin embargo, poco tiempo después se embarcó en el "Beagle" y durante los cinco años que estuvo a bordo demostró ser una naturalista sin igual. Coleccionó rocas, observó fósiles, recogió ejemplares que luego preservó y envió a Inglaterra, y anotó con cuidado cuanto vio, escuchó, sintió y pensó.

A Newton le embriagaban las fiestas y las reuniones sociales, pero Darwin huyó de Londres en cuanto pudo y se instaló con su mujer y su hijos en una finca campestre en Down, un pequeño pueblo con medio millar de habitantes situado a unos veinte kilómetros de Londres. En apariencia, no era sino un terrateniente que sabía invertir su dinero, un burgués apacible que quedó registrado en un directorio de la localidad como "...granjero" (!). Y aunque efectivamente emprendió el cultivo de la tierra y la crianza de los animales, en su casa de Down se pudo dedicar a observar lombrices de tierra, palomas mensajeras, a experimentar con las plantas de su invernadero y a desarrollar con una lentitud pasmosa y una meticulosidad sin igual su teoría de la evolución. Darwin había dado la vuelta al mundo a bordo del "Beagle" pero en Down pudo encontrar la tranquilidad necesaria para navegar entre sus recuerdos, libros y observaciones y producir su obra maestra: *El Origen de las Especies.*

El azar en la evolución

La tumba de Darwin

Por Antonio Lazcano Araujo

Los azares mudos

Las diferencias entre las vidas y las tumbas de Darwin y Newton son enormes, pero resultan insignificantes comparadas con las que existen entre sus concepciones de la realidad. Para Newton el Universo no es sino un enorme mecanismo de relojería en donde el movimiento de los planetas es corregido de cuando en cuando por ángeles encargados de vigilar la gigantesca maquinaria cósmica creada por Dios al principio de los tiempos. De acuerdo con la mecánica newtoniana, el movimiento de cada cuerpo se puede describir de manera exacta, en forma completamente determinística. Como afirmaba Laplace, dada la posición y la velocidad de las partículas del universo, es posible deducir la ubicación de cualquiera de ellas en el pasado, el presente o el futuro. En el universo de Newton no hay ni sobresaltos ni sorpresas: todo ocupa su lugar, todo cuerpo seguirá desplazándose a lo largo de órbitas determinadas desde el principio de los tiempos y hasta el final de la eternidad. El orden y el concierto están garantizados: las órbitas no envejecerán, la regularidad del movimiento está asegurada, los cuerpos seguirán acelerándose o frenando de manera constante, el Universo no variará.



Isaac Newton, una celebridad.

Newton prestó poca atención a los fenómenos biológicos, pero cuando lo hizo, fue consistente con su visión del mundo físico. Como escribió en su *Optica*, la "perfección" de los seres vivos (que incluía las propiedades físicas de los órganos de la percepción, como la transparencia de los cristalinos y la geometría de los oídos) no pueden ser resultado del azar, sino que son una manifestación más de la voluntad creadora de un ser supremo. Para Newton todo está predestinado y tiene su origen en Dios, así se trate de la fuerza de gravedad, las órbitas de los cuerpos celestes o las características de los organismos.

Por el contrario, para Darwin el orden biológico surge en un universo secular gracias a la acción de la selección natural, que actúa como un agente determinístico sobre la variabilidad biológica, que es a su vez resultado del azar. En el universo de lo vivo no hay ni dirección ni progreso, sólo cambio y continuidad. Utilizando las ecuaciones de Newton, Edmund Halley pudo calcular con toda precisión el regreso del cometa que ahora lleva su nombre. En cambio, no podemos predecir el futuro evolutivo de las especies, y la descripción y la interpretación del pasado biólogo todavía siguen guardándonos muchas sorpresas. El porvenir es un terreno vedado a los evolucionistas, siempre en busca del tiempo perdido. Al igual que los historiadores, estamos condenados a ver sólo el pasado y el presente, y apenas si podemos atisbar hacia el futuro más inmediato.

Tanto los fenómenos de convergencia evolutiva como las restricciones morfológicas de los patrones de desarrollo de organismos con ancestros cercanos pueden conducir a respuestas biológicas similares ante presiones comparables del medio, pero la historia de cada especie es única e irrepetible. Cada especie que se extingue es un actor que desaparece para siempre del gran teatro del mundo. Los graznidos de las parvadas multicolores de *Archaeopteryx* se han perdido para siempre, y jamás veremos trilobites husmeando el fondo marino. Si nos extinguiéramos en este momento no volvería a aparecer la especie humana. Si la vida desapareciera del planeta Tierra, no podría resurgir.

¿Son irreconciliables el mundo de Newton y el de Darwin? Sí y no; después de todo, se puede argumentar que corresponden a distintos ámbitos de la realidad. Puesto que las ecuaciones de la mecánica newtoniana son simétricas respecto al tiempo, sirven igual para describir el movimiento de los cuerpos hacia adelante o hacia atrás, hacia el pasado o hacia el futuro. En cambio, salvo casos triviales, la evolución biológica es irreversible, y tenemos que deducir el pasado de los organismos leyendo crónicas que no siempre tienen la misma elocuencia: el registro fósil, las secuencias de aminoácidos, las estructuras terciarias de los RNA, la distribución geográfica de los organismos, los patrones de desarrollo embrionario, las aletas, las escamas, las plumas.

La importancia que Darwin le concedió al azar perturbó a muchos de sus contemporáneos. La casualidad recorría los museos, las universidades y los palacios, asustando a las buenas conciencias. ¿Cómo era posible que seres tan organizados como los rinocerontes o la Reina Victoria fueran el resultado de la casualidad? Como lo demostraron las reacciones que provocó la publicación de *El azar y la necesidad*, el célebre ensayo de Jacques Monod que quiso ser una crítica al pensamiento teleológico, la cuestión de la casualidad sigue siendo un terreno fértil para las discusiones científicas y las condenas filosóficas, pero los críticos de Darwin se equivocaron o hicieron una lectura parcial de su obra. El nunca dijo que la evolución de la vida fuera debida únicamente al azar. Sin embargo, existen tres ejemplos que demuestran que es posible que éste haya jugado un papel mucho más importante de lo que solíamos imaginar: a) el origen de la asimetría química de los seres vivos; b) la teoría neutralista de la evolución; y c) los eventos que provocaron las grandes extinciones del Cretácico, y que llevaron a la desaparición de los dinosaurios.

A través del espejo

"¿Es acaso por accidente —escribió Newton— que las aves, las bestias y los hombres todos tienen tan sólo dos ojos, uno a cada lado de la cara, y sólo dos orejas, una a cada lado de la cabeza, y una nariz con dos fosas? ¿Y que, con la excepción de sus entrañas, su lado izquierdo sea igual a su lado derecho?" A un nivel mucho más profundo que el de las entrañas, los seres vivos somos completamente asimétricos. Los aminoácidos, los azúcares y muchas otras moléculas orgánicas existen en dos formas, la L y la D, que guardan entre sí la misma relación que la mano derecha con la izquierda —la una es la imagen especular de la otra—. Aunque los aminoácidos L y D poseen las mismas propiedades químicas, los seres vivos utilizamos aminoácidos de la forma L. (Existen unas poquísimas excepciones, pero en estos casos los aminoácidos D se sintetizan a partir de las formas L.) La L-alanina es idéntica al reflejo especular de la D-alanina... pero, a diferencia de Alicia, hay barreras estereoquímicas que le impiden a esta última molécula seguir al conejo y encontrar acomodo al otro lado del espejo, porque las proteínas de todos los organismos están construidas con aminoácidos de la forma L.

La asimetría química es una propiedad tan característica de los seres vivos que Louis Pasteur, su descubridor, afirmó que "... la vida, tal y como la vemos, debe ser un producto de la asimetría del Universo". Sin embargo, cuando simulamos en el laboratorio las condiciones de la Tierra primitiva, siempre obtenemos mezclas racémicas de aminoácidos, es decir, proporciones iguales de formas L y D, y no existe ningún mecanismo que permita sintetizar o acumular en forma preferencial las formas L en lugar de las D (o viceversa).

El análisis de los meteoritos que poseen compuestos de carbono revela la misma situación. Hace un par de años, John Cronin, de la Universidad de Arizona, estudió el meteorito Murchison, que cayó en Australia en 1969 y que es tan antiguo como la Tierra misma: tiene alrededor de cuatro mil seiscientos millones de años. Cronin descubrió 74 aminoácidos diferentes, de los cuales 8 están presentes en las proteínas, once tienen otras funciones biológicas y los 55 restantes sólo se encuentran en muestras extraterrestres. Salvo la glicina, el más pequeño de todos los aminoácidos, los otros 73 están representados por mezclas racémicas.

Es fácil concluir de lo anterior que en la Tierra primitiva había proporciones iguales de aminoácidos L y D. Pero ¿por qué los seres vivos tenemos aminoácidos L y no D? ¿Por qué los azúcares que forman parte de los ácidos nucleicos y de muchas coenzimas son D y no L? Lentamente, todos los que nos dedicamos a tratar de comprender el origen de la vida nos hemos ido convenciendo de que su asimetría es el resultado de la casualidad. Estamos hechos de aminoácidos L y azúcares D, pero el mundo de los seres vivos bien podría ser al revés. La vida no surgió por casualidad, pero uno de sus rasgos esenciales se debe al azar.

Reloj, no marques las horas...

Para los viejos darwinistas la forma, la fisiología y la conducta de los seres vivos son el resultado de la selección natural, pero ¿qué sucede a nivel molecular? En 1962, Emile Zuckerkandl y Linus Pauling compararon las hemoglobinas de distintas especies animales y descubrieron que los aminoácidos que las formaban podían ser sustituidos por otros con propiedades equivalentes. A mayor antigüedad de los organismos, mayor diferencia en la composición de los aminoácidos. Este resultado es conocido como el reloj molecular, y no tardó en llamar la atención de Motoo Kimura, un genetista japonés, quien escribió en 1968 que ello parecía contradecir uno de los postulados básicos del darwinismo tradicional: las moléculas y los organismos sujetos a fuertes presiones de selección deberían variar más rápidamente. ¿Cómo explicar entonces la regularidad que subyace al reloj molecular?

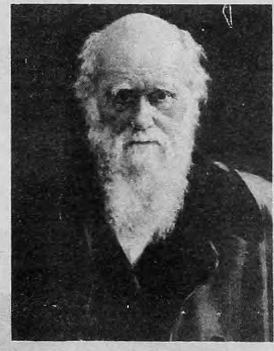
Kimura también hizo notar la enorme variabilidad que existe en las estructuras primarias de muchas enzimas, lo que sugiere que la selección natural es más flexible de lo que muchos neodarwinistas estaban dispuestos a aceptar. Kimura llegó a la conclusión de que buena parte de las sustituciones de aminoácidos que se detectan en las proteínas son debidas al azar. Desde el punto de vista evolutivo estas modificaciones son neutras, puesto que no afectan la supervivencia de los organismos, no están sujetas a la acción purificadora de la selección natural y se pueden ir acumulando sin afectar la supervivencia de los organismos. Hace veinte años muchos evolucionistas rechazaron esta conclusión, pero hoy conocemos muchos ejemplos que demuestran que Kimura tiene razón. A nivel molecular los cambios neutros debidos al azar representan un mecanismo que no sólo genera diversidad, sino que también modifica en forma gradual las frecuencias de los genes —que no es sino otra forma de decir que las poblaciones están evolucionando—.

Un final estruendoso

El tercer ejemplo es, quizá, mucho más perturbador. Durante muchos millones de años los dinosaurios dominaron la superficie del planeta. No eran organismos estúpidos ni de sangre fría; formaban manadas, cuidaban a sus crías y habían invadido las aguas, los aires y la Tierra toda. De repente, hace unos 65 millones de años se extinguieron, y junto con ellos desaparecieron muchas otras formas de vida. El fin de los dinosaurios fue durante mucho tiempo uno de los misterios de la paleontología, hasta que un grupo de investigadores de la Universidad de California, en Berkeley, encabezados por Luis Alvarez, propuso que la causa de las extinciones que marcan el fin del Cretácico y el comienzo del Terciario fue el choque de un enorme meteorito contra la Tierra. El grupo de Berkeley llegó a esta conclusión después de estudiar los sedimentos ricos en iridio cercanos a Gubbio, un pueblo italiano por donde anduvo San Francisco de Asís, y cuyo amor por los animales evidentemente no se extendió a las faunas cretácicas.

El iridio es un elemento químico poco abundante en la corteza terrestre; aunque debe haber formado parte del material del cual se formó nuestro planeta, rápidamente se desplazó hacia el interior de la Tierra. Debido a que los meteoritos poseen grandes cantidades de iridio, Alvarez y sus colaboradores sugirieron que la abundancia de este elemento en los sedimentos del Cretácico constituía una evidencia de la colisión de un cuerpo extraterrestre con dimensiones comparables al Himalaya y que explotó distribuyendo sus restos por todo el mundo. El choque del meteorito (¿cometa? ¿asteroide?) debe haber extendido la oscuridad sobre el planeta como una de las siete plagas, alterando el clima y modificando las cadenas alimentarias, lo que no tardó en llevar a la desaparición de los dinosaurios.

Fue, para los dinosaurios, un gran final. Gracias a la extinción de estos grandes reptiles, los mamíferos, que hasta entonces eran los parias del Mesozoico, comenzaron a invadir nuevos nichos y a diversificarse, lo que eventualmente llevó a la aparición de los primates. Si hubiera existido un dinosaurio newtoniano, hubiera podido calcular la masa, la trayectoria y la velocidad del meteorito que acabó con el paraíso cretácico, pero no hubiera podido predecir un evento tan aleatorio con consecuencias evolutivas tan profundas. Si los dinosaurios no se hubieran extinguido por el choque casual de un meteorito, no estaríamos aquí.



Charles Darwin, conoció su momento de esplendor y luego su decadencia entre los científicos. Hoy la biología lo revaloriza.

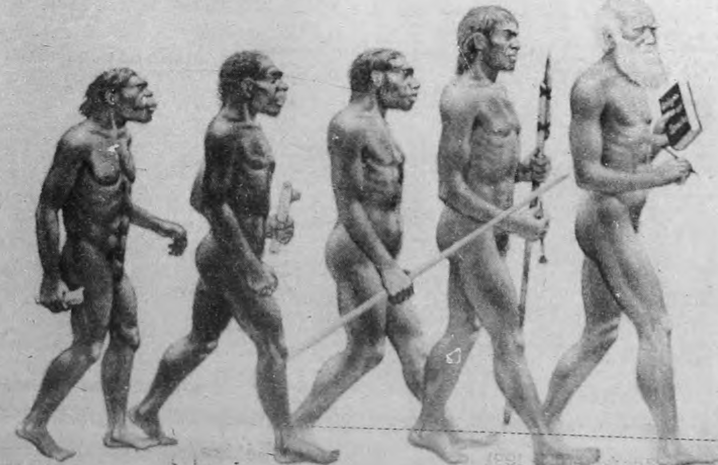
¿Aguila o sol?

No es fácil aceptar la deuda que tenemos con el azar; sin duda alguna, buena parte de lo cotidiano se deriva de las certidumbres que surgen de los marcos más o menos rígidos que nos imponen leyes y reglamentos. A pesar de los nobles esfuerzos de los anarquistas y del éxito que tienen la Lotería Nacional y el Concurso Melate, nuestra vida transcurre entre los límites impuestos por la ley de la gravedad, las leyes de Mendel, la ley del impuesto sobre la renta, el reglamento de los partidos políticos, las reglas del apareamiento de las bases nitrogenadas, las leyes de la termodinámica. Hasta el azar tiene sus propias leyes (que es lo que vuelve rentables a las compañías de seguros), y podemos calcular sin dificultad la probabilidad de cinco águilas o nueve soles, de una tercia de ases o de un accidente automovilístico.

Si pretendemos llegar a comprender la evolución de la vida y su naturaleza misma, los biólogos tendremos que aprender a combinar la sonrisa de la razón con las carcajadas obscenas y espontáneas de la casualidad. Ello no implica que el darwinismo haya fracasado. Es fácil justificar esta confianza, sobre todo si volvemos los ojos al pasado y examinamos la historia de las ideas de Darwin. Estamos tan convencidos de que el desarrollo de las teorías científicas es siempre lineal y ascendente, que nos cuesta trabajo creer que a principios de siglo la manera más fácil de ganarse una reputación dudosa entre los biólogos era defendiendo a Darwin. Nadie dudaba de la evolución, pero pocos confiaban en la selección natural. Julian Huxley afirmó que durante esas épocas "el darwinismo se eclipsó", pero la verdad es que por poco lo entierran —no en balde Hans Denner publicó en 1904 en Alemania un libro titulado *Ante el lecho de muerte del darwinismo*—. Crónica prematura de una muerte anunciada, pocos años más tarde se dio la conjunción de la genética con el seleccionismo, y surgió lo que conocemos como neodarwinismo o síntesis moderna, que durante cuarenta años ha guiado con mano firme (aunque a veces voluntariosa y excesiva) a la biología evolutiva.

Más allá de las limitaciones de los postulados iniciales del darwinismo, éstos se han convertido en un elemento esencial no sólo de la ciencia contemporánea, sino de toda la cultura occidental. Es tan extraordinario el legado de Darwin, ese hombre gentil, tímido y silencioso, que pudo vivir alejado de las modas científicas y de los ámbitos del poder burocrático de las instituciones académicas, que no puedo dejar de mencionar el himno fúnebre que se cantó el día en que lo enterraron en Westminster.

Compuesto especialmente para esa ocasión, comienza con unas palabras tomadas del Libro de los Proverbios: "Bienaventurado el hombre que encuentra la sabiduría, y que obtiene la inteligencia". He buscado en la Biblia el texto completo, y aunque carezco de convicciones religiosas, no puedo menos que conmoverme: "...porque su mercadería es mejor que la mercadería de la plata, y sus frutos más que el oro fino". Por lo que a Darwin se refiere, la Biblia tenía razón.



a evolución

de Darwin

azcano Araujo

químicas, los seres vivos utilizamos aminoácidos de la forma L. (Existen unas poquísimas excepciones, pero en estos casos los aminoácidos D se sintetizan a partir de las formas L.) La L-alanina es idéntica al reflejo especular de la D-alanina... pero, a diferencia de Alicia, hay barreras estereoquímicas que le impiden a esta última molécula seguir al conejo y encontrar acomodo al otro lado del espejo, porque las proteínas de todos los organismos están construidas con aminoácidos de la forma L.

La asimetría química es una propiedad tan característica de los seres vivos que Louis Pasteur, su descubridor, afirmó que "... la vida, tal y como la vemos, debe ser un producto de la asimetría del Universo". Sin embargo, cuando simulamos en el laboratorio las condiciones de la Tierra primitiva, siempre obtenemos mezclas racémicas de aminoácidos, es decir, proporciones iguales de formas L y D, y no existe ningún mecanismo que permita sintetizar o acumular en forma preferencial las formas L en lugar de las D (o viceversa).

El análisis de los meteoritos que poseen compuestos de carbono revela la misma situación. Hace un par de años, John Cronin, de la Universidad de Arizona, estudió el meteorito Murchison, que cayó en Australia en 1969 y que es tan antiguo como la Tierra misma: tiene alrededor de cuatro mil seiscientos millones de años. Cronin descubrió 74 aminoácidos diferentes, de los cuales 8 están presentes en las proteínas, once tienen otras funciones biológicas y los 55 restantes sólo se encuentran en muestras extraterrestres. Salvo la glicina, el más pequeño de todos los aminoácidos, los otros 73 están representados por mezclas racémicas.

Es fácil concluir de lo anterior que en la Tierra primitiva había proporciones iguales de aminoácidos L y D. Pero ¿por qué los seres vivos tenemos aminoácidos L y no D? ¿Por qué los azúcares que forman parte de los ácidos nucleicos y de muchas coenzimas son D y no L? Lentamente, todos los que nos dedicamos a tratar de comprender el origen de la vida nos hemos ido convenciendo de que su asimetría es el resultado de la casualidad. Estamos hechos de aminoácidos L y azúcares D, pero el mundo de los seres vivos bien podría ser al revés. La vida no surgió por casualidad, pero uno de sus rasgos esenciales se debe al azar.

Reloj, no marques las horas...

Para los viejos darwinistas la forma, la fisiología y la conducta de los seres vivos son el resultado de la selección natural, pero ¿qué sucede a nivel molecular? En 1962, Emile Zuckerkandl y Linus Pauling compararon las hemoglobinas de distintas especies animales y descubrieron que los aminoácidos que las formaban podían ser sustituidos por otros con propiedades equivalentes. A mayor antigüedad de los organismos, mayor diferencia en la composición de los aminoácidos. Este resultado es conocido como el reloj molecular, y no tardó en llamar la atención de Motoo Kimura, un genetista japonés, quien escribió en 1968 que ello parecía contradecir uno de los postulados básicos del darwinismo tradicional: las moléculas y los organismos sujetos a fuertes presiones de selección deberían variar más rápidamente. ¿Cómo explicar entonces la regularidad que subyace al reloj molecular?

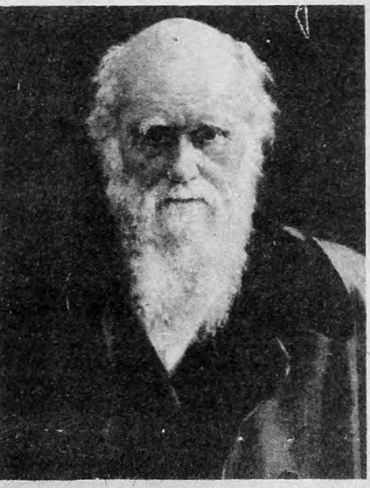
Kimura también hizo notar la enorme variabilidad que existe en las estructuras primarias de muchas enzimas, lo que sugiere que la selección natural es más flexible de lo que muchos neodarwinistas estaban dispuestos a aceptar. Kimura llegó a la conclusión de que buena parte de las sustituciones de aminoácidos que se detectan en las proteínas son debidas al azar. Desde el punto de vista evolutivo estas modificaciones son neutras, puesto que no afectan la supervivencia de los organismos, no están sujetas a la acción purificadora de la selección natural y se pueden ir acumulando sin afectar la supervivencia de los organismos. Hace veinte años muchos evolucionistas rechazaron esta conclusión, pero hoy conocemos muchos ejemplos que demuestran que Kimura tiene razón. A nivel molecular los cambios neutros debidos al azar representan un mecanismo que no sólo genera diversidad, sino que también modifica en forma gradual las frecuencias de los genes —que no es sino otra forma de decir que las poblaciones están evolucionando—.

Un final estruendoso

El tercer ejemplo es, quizá, mucho más perturbador. Durante muchos millones de años los dinosaurios dominaron la superficie del planeta. No eran organismos estúpidos ni de sangre fría; formaban manadas, cuidaban a sus crías y habían invadido las aguas, los aires y la Tierra toda. De repente, hace unos 65 millones de años se extinguieron, y junto con ellos desaparecieron muchas otras formas de vida. El fin de los dinosaurios fue durante mucho tiempo uno de los misterios de la paleontología, hasta que un grupo de investigadores de la Universidad de California, en Berkeley, encabezados por Luis Alvarez, propuso que la causa de las extinciones que marcan el fin del Cretácico y el comienzo del Terciario fue el choque de un enorme meteorito contra la Tierra. El grupo de Berkeley llegó a esta conclusión después de estudiar los sedimentos ricos en iridio cercanos a Gubbio, un pueblo italiano por donde anduvo San Francisco de Asís, y cuyo amor por los animales evidentemente no se extendió a las faunas cretácicas.

El iridio es un elemento químico poco abundante en la corteza terrestre; aunque debe haber formado parte del material del cual se formó nuestro planeta, rápidamente se desplazó hacia el interior de la Tierra. Debido a que los meteoritos poseen grandes cantidades de iridio, Alvarez y sus colaboradores sugirieron que la abundancia de este elemento en los sedimentos del Cretácico constituía una evidencia de la colisión de un cuerpo extraterrestre con dimensiones comparables al Himalaya y que explotó distribuyendo sus restos por todo el mundo. El choque del meteorito (¿cometa? ¿asteroide?) debe haber extendido la oscuridad sobre el planeta como una de las siete plagas, alterando el clima y modificando las cadenas alimentarias, lo que no tardó en llevar a la desaparición de los dinosaurios.

Fue, para los dinosaurios, un gran final. Gracias a la extinción de estos grandes reptiles, los mamíferos, que hasta entonces eran los parias del Mesozoico, comenzaron a invadir nuevos nichos y a diversificarse, lo que eventualmente llevó a la aparición de los primates. Si hubiera existido un dinosaurio newtoniano, hubiera podido calcular la masa, la trayectoria y la velocidad del meteorito que acabó con el paraíso cretácico, pero no hubiera podido predecir un evento tan aleatorio con consecuencias evolutivas tan profundas. Si los dinosaurios no se hubieran extinguido por el choque casual de un meteorito, no estaríamos aquí.



Charles Darwin, conoció su momento de esplendor y luego su decadencia entre los científicos. Hoy la biología lo revaloriza.

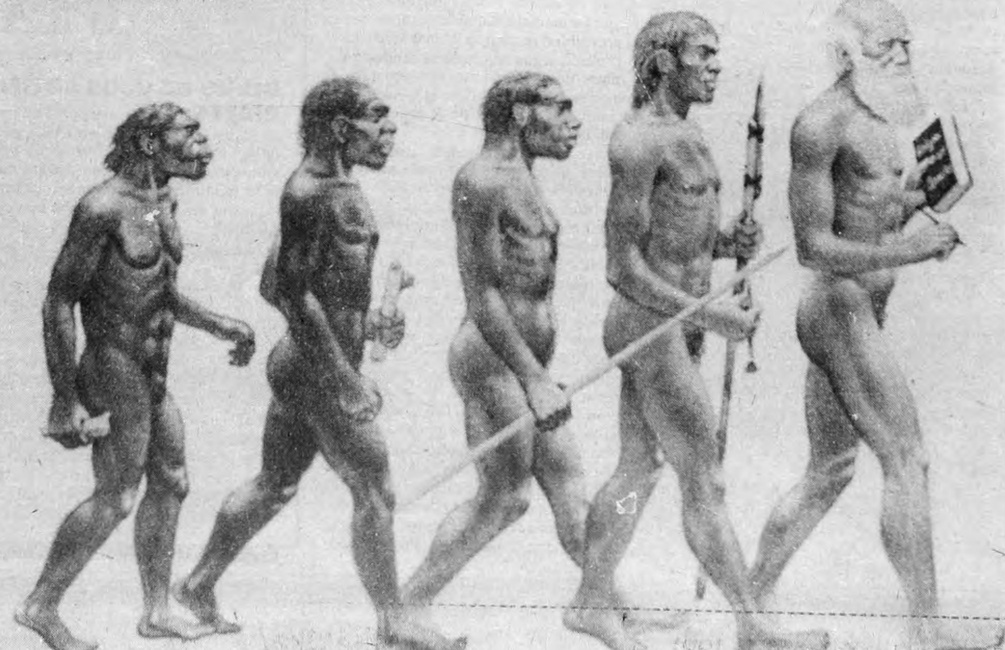
¿Aguila o sol?

No es fácil aceptar la deuda que tenemos con el azar; sin duda alguna, buena parte de lo cotidiano se deriva de las certidumbres que surgen de los marcos más o menos rígidos que nos imponen leyes y reglamentos. A pesar de los nobles esfuerzos de los anarquistas y del éxito que tienen la Lotería Nacional y el Concurso Melate, nuestra vida transcurre entre los límites impuestos por la ley de la gravedad, las leyes de Mendel, la ley del impuesto sobre la renta, el reglamento de los partidos políticos, las reglas del apareamiento de las bases nitrogenadas, las leyes de la termodinámica. Hasta el azar tiene sus propias leyes (que es lo que vuelve rentables a las compañías de seguros), y podemos calcular sin dificultad la probabilidad de cinco águilas o nueve soles, de una tercia de ases o de un accidente automovilístico.

Si pretendemos llegar a comprender la evolución de la vida y su naturaleza misma, los biólogos tendremos que aprender a combinar la sonrisa de la razón con las carcajadas obscenas y espontáneas de la casualidad. Ello no implica que el darwinismo haya fracasado. Es fácil justificar esta confianza, sobre todo si volvemos los ojos al pasado y examinamos la historia de las ideas de Darwin. Estamos tan convencidos de que el desarrollo de las teorías científicas es siempre lineal y ascendente, que nos cuesta trabajo creer que a principios de siglo la manera más fácil de ganarse una reputación dudosa entre los biólogos era defendiendo a Darwin. Nadie dudaba de la evolución, pero pocos confiaban en la selección natural. Julian Huxley afirmó que durante esas épocas "el darwinismo se eclipsó", pero la verdad es que por poco lo entierran —no en balde Hans Denner publicó en 1904 en Alemania un libro titulado *Ante el lecho de muerte del darwinismo*—. Crónica prematura de una muerte anunciada, pocos años más tarde se dio la conjunción de la genética con el seleccionismo, y surgió lo que conocemos como neodarwinismo o síntesis moderna, que durante cuarenta años ha guiado con mano firme (aunque a veces voluntariosa y excesiva) a la biología evolutiva.

Más allá de las limitaciones de los postulados iniciales del darwinismo, éstos se han convertido en un elemento esencial no sólo de la ciencia contemporánea, sino de toda la cultura occidental. Es tan extraordinario el legado de Darwin, ese hombre gentil, tímido y silencioso, que pudo vivir alejado de las modas científicas y de los ámbitos del poder burocrático de las instituciones académicas, que no puedo dejar de mencionar el himno fúnebre que se cantó el día en que lo enterraron en Westminster.

Compuesto especialmente para esa ocasión, comienza con unas palabras tomadas del Libro de los Proverbios: "Bienaventurado el hombre que encuentra la sabiduría, y que obtiene la inteligencia". He buscado en la Biblia el texto completo, y aunque carezco de convicciones religiosas, no puedo menos que conmoverme: "...porque su mercadería es mejor que la mercadería de la plata, y sus frutos más que el oro fino". Por lo que a Darwin se refiere, la Biblia tenía razón.



Rata prevenida vale por dos

Por Cecilia Draghi, del Centro de Divulgación Científica, Facultad de Farmacia y Bioquímica

Una persona sometida a situaciones incontrolables e impredecibles no sólo tendrá un alto nivel de estrés, sino que además verá afectada su conducta, a tal punto que en el futuro ante una nueva circunstancia adversa ni siquiera intentará zafar del mal momento; quedará paralizada, porque ha sido víctima de una perturbación conocida como indefensión aprendida, revelan estudios de investigadores argentinos y norteamericanos.

"La indefensión aprendida es consecuencia de una seguidilla de experiencias que el sujeto no puede controlar. Esta falta de dominio perturba tanto al individuo, que ante un nuevo estímulo responde pasivamente, ya que considera que su acción no modificaría en nada las cosas", explica el biólogo argentino Andrés Pablo Lemoine.

En esta suerte de parálisis influyen más negativamente las situaciones impredecibles que los sucesos incontrolables, indica el estudio del equipo interdisciplinario que integra Lemoine. Bajo la dirección de Enrique Segura, investigador del CONICET y profesor de la Universidad de Buenos Aires, Lemoine y el resto del equipo experimentaron con animales situaciones de indefensión aprendida.

Trabajando en el Instituto de Biología y Medicina Experimental (IBIME), los investigadores aplicaron a dos grupos de ratas de laboratorio descargas eléctricas que las víctimas no podían controlar, y a las que tampoco podían escapar. Unas recibían el estímulo estresante en intérvalos fijos, o sea más predecibles. Otras lo sufrían en períodos variables, es decir menos previsibles para ellas.

El resultado de esta primera sesión de picana eléctrica legitimada por la inveterada necesidad humana de conocer que tan caro pagaran Adán y Eva, fueron dos grupos de ratas al borde de un ataque de nervios.

Pero sus tribulaciones no terminaron allí. En una segunda fase del experimento, los investigadores colocaron algunas ratas de los dos grupos ante una situación novedosa: debían explorar una superficie dividida como un tablero de damas, iluminado con luz intensa, y bombardeado por un molesto ruido de fondo, para generar un clima hostil, estresante.

"Esta prueba —señala Lemoine— mide las perturbaciones en el estado emocional de los animales. Parte de la base de que la movilidad será menor si el estrés percibido previamente fue mayor. Por lo tanto podría determinarse cuál había sido el grupo más afectado porque sería el más pasivo, el que menos centímetros de la superficie recorriera."

Representantes de ambos grupos respondieron con el mismo grado de perturbación: apenas si caminaban sobre el damero. Luego de registrar la conducta de las ratas, los investigadores las sacrificaron y verificaron que su sistema nervioso mostraba alteraciones químicas. Los científicos comprobaron un aumento en el contenido cerebral de tribulín, una sustancia que se supone compensa los efectos desequilibrantes del estrés. También en seres humanos aparecen altos niveles de tribulín, asociados con situaciones de alta ansiedad.

Aunque por ahora los bioquímicos desconocen su estructura química —al punto de ignorar si es una enzima, una proteína, etc.— desde comienzos de la década de 1980 su presencia puede medirse indirectamente y es un claro indicador de estrés.

Las ratas que no fueron sacrificadas inicialmente en aras de la ciencia no tuvieron mejor suerte. Siguieron recibiendo descargas eléctricas, predecibles e impredecibles, según sus respectivos destinos, durante nueve días. Al décimo se encontraron con la situación novedosa del damero.

Las diferencias del comportamiento de uno y otro grupo de víctimas resultaron reveladoras.

"Los animales que habían sufrido descargas a intervalos fijo no sólo exploraban más, sino que incluso iban por el centro del damero, zona considerada más riesgosa. Mientras que las ratas sometidas a descargas variables iban sólo por el borde, posiblemente porque tenían más miedo: habían sufrido más estrés", relata Lemoine.

Las ratas que sufrieron descargas en intervalos regulares aprendieron a esperarlas filosóficamente. Las otras terminaron de rayarse.

Sacrificados y analizados químicamente sus atribulados cerebros, las beneficiadas con el don de la predicción mostraban menos alteraciones en su sistema nervioso. Los investigadores lo comprobaron al verificar un aumento en el nivel de tribulín, cuya presencia aumenta en sujetos sometidos a estrés crónico.

Más académicamente Lemoine lo explica así:

"Las ratas que recibieron descargas eléctricas a intervalos variables (es decir, menos previsibles) resultaron las más afectadas por el estrés, según revelaron su conducta y los valores de los compuestos neuroquímicos estudiados. Esto muestra que la previctibilidad modula las causas de la indefensión aprendida."

Conocer de antemano qué acontecerá, aunque sea un suceso incontrolable, provoca menos estrés que verse sorprendido por imprevistos.

Lo que en seres humanos son apremios ilegales, en los animales de laboratorio son el precio de un avance del conocimiento aceptado más o menos maquiavélicamente.

Desde que la indefensión aprendida fue observada experimentalmente en animales de laboratorio, los psicólogos clínicos han probado diferentes estrategias para revertir sus efectos nocivos en distintas situaciones humanas.

Susan Mineka y Robert Henderson, presentaron en el *Annual Review of Psychology* de 1985 una experiencia realizada en un geriátrico de Estados Unidos.

Por disminución física, los ancianos pueden sentir que pierden el dominio de sus vidas, y más aún si fueron internados. Tareas sencillas que devuelven la sensación de manejo les permitieron recuperar el sentido de control sobre su propia existencia.

El descubrimiento del papel que juega la anticipación de los sucesos desagradables en el estrés que conduce a la indefensión aprendida tal vez ayude en el futuro a prevenir este trastorno. Por el momento, el hallazgo de la predicción como antidoto para el efecto paralizante del estrés viene a probar científicamente lo que el saber popular recita desde hace años: "Hombre prevenido vale por dos".



GRAGEAS

GUIÑO DE OJOS ARTIFICIALES: Un nuevo material utilizado en implantes de ojos artificiales puede lograr en la prótesis movimientos más naturales, que seguramente evitará que muchos indiscretos susurren sobre el ojo de vidrio del vecino y resultará más cómodo para su portador. Un implante en el hospital Scripps Memorial de California se hizo con la llamada hidroxiapatita, una sustancia sintética muy similar al tejido óseo, a la que es posible adherirle los músculos orbiculares, con lo cual se logran movimientos más naturales y el crecimiento del tejido circundante. Este ojo artificial se une al implante por medio de una espiga de sostén que facilita la movilidad e impide que el párpado inferior se hunda, contingencia común en quienes usan mucho tiempo un ojo artificial. Hasta ahora se hicieron 150 operaciones de este tipo, con todo éxito y en cuanto a su costo se estima un 25 por ciento más que el de los métodos anteriores. (Medican Tribune)

MUCHACHA: HACETE EL PAPANICOLAU: Una vez más se comprueba que entre las mujeres que se someten a la prueba del Papanicolau, el riesgo de contraer cáncer cervical es 3,9 veces mayor para quienes lo hacen cada tres años, que para las que se hacen el estudio cada un año o dos. Así concluye una reciente investigación publicada en la revista *Obstetrics & Gynecology*, que agrega la respectiva explicación de esta cifra: el frotis de este estudio —la preparación microscópica extendida sobre un cristal para ser estudiada— se utiliza primordialmente para detectar cambios celulares que podrían originar el cáncer del cuello del útero, para dar el tratamiento apropiado, con una intervención a tiempo. Peor pueden pasarla las que se acuerden del asunto cada diez años o más: su riesgo aumenta 12,3 veces. (A/P)